

PAT-NO: JP411248431A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11248431 A

TITLE: THREE-DIMENSIONAL MODEL FORMING APPARATUS AND COMPUTER
READABLE MEDIUM RECORDED WITH THREE-DIMENSIONAL MODEL
GENERATING PROGRAM

PUBN-DATE: September 17, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
URANO, NAOKI	N/A
KASHIWAGI, KOICHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHARP CORP	N/A

APPL-NO: JP10046876

APPL-DATE: February 27, 1998

INT-CL (IPC): G01B011/24, G06T007/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily extract feature points from a two-dimensional image taken by a camera and generate an accurate three-dimensional model without a plurality of cameras, by acquiring depth information corresponding to a two-dimensional dot array drawn by an operator on a device coordinate system.

SOLUTION: Feature points of an object shown on a display 5 are traced by a pen on a digitizer every line segment to send coordinates corresponding to designated pixels in the designating order to a generator 4 from a designator 3, camera parameters are sent from a digital camera to the generator 4, the topology of the two-dimensional segments is extracted, based on the received coordinates, coordinates of the intersection of the same segments are sampled in a memory 6, and the depth information corresponding to the sampling coordinates is obtained from a configuration chart and processed to obtain normalized coordinates which are converted in modeling coordinates. Drawing the contour line of a three-dimensional body 6 to be extracted from a two-dimensional image taken by the camera facilitates extracting feature points and also forming a three-dimensional model.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-248431

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl.*

識別記号

F I

G 0 1 B 11/24

G 0 1 B 11/24

K

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/62

4 1 5

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-46876

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月27日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 浦野 直樹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 柏木 宏一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

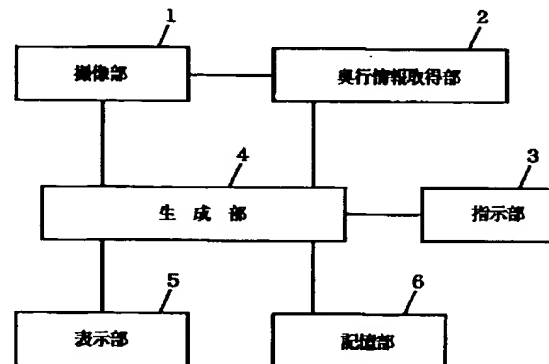
(74) 代理人 弁理士 深見 久郎

(54) 【発明の名称】 3次元モデル生成装置および3次元モデル生成プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 複数のカメラを用いることなく、1台のカメラで撮像した2次元画像内で特徴点を指定して、精度の高い3次元モデルを容易に生成すること。

【解決手段】 撮像部1で対象物を撮像して2次元画像を、奥行き情報取得部2で画素ごとの奥行き情報を取得する。指示部3で特徴点の座標を入力する。入力された座標とその座標に対応する奥行き情報とからカメラパラメータを用いて3次元モデルを生成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象物を非接触で測定して3次元モデルを生成する3次元モデル生成装置であって、デバイス座標系に操作者によって描かれた2次元点列と前記2次元点列に対応する奥行き情報とから3次元モデルを生成することを特徴とする、3次元モデル生成装置。

【請求項2】 前記3次元モデルの生成は、前記2次元点列と前記2次元点列に対応する奥行き情報とから前記点列の正規化座標を算出する第1の算出手段と、前記算出された正規化座標からモデリング座標を算出する第2の算出手段とによりなされる請求項1に記載の3次元モデル生成装置。

【請求項3】 3次元モデルの対象物を撮像する撮像部と、前記撮像部で撮像された画像をデバイス座標系に表示するための表示部と、操作者が前記デバイス座標系に表示された画像に対して2次元点列を指示するための指示部と、前記指示された2次元点列に対応する奥行き情報を取得する奥行き情報取得部とをさらに備えた請求項1または2に記載の3次元モデル生成装置。

【請求項4】 前記2次元点列のトポロジーを抽出する第1の抽出手段と、前記抽出された2次元点列のトポロジーに基づき3次元点列のトポロジーを抽出する第2の抽出手段とをさらに備えた請求項1から3のいずれかに記載の3次元モデル生成装置。

【請求項5】 デバイス座標系に操作者によって描かれた2次元点列を入力するステップと、前記2次元点列に対応する奥行き情報を入力するステップと、前記2次元点列と前記奥行き情報とから3次元モデルを生成するステップとをコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項6】 デバイス座標系に操作者によって描かれた2次元点列を入力するステップと、前記2次元点列に対応する奥行き情報を入力するステップと、前記2次元点列のトポロジーを抽出するステップと、前記2次元点列と前記奥行き情報とからモデリング座標を算出するステップと、前記抽出された2次元点列のトポロジーに基づき3次元点列のトポロジーを抽出するステップと、前記算出されたモデリング座標と前記抽出された3次元点列のトポロジーとから3次元モデルを生成するステップとをコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、奥行き情報を有する画像をもとに物体の3次元モデルを生成する3次元モデル生成装置に関し、特に所望する物体の輪郭線などをユーザが描くことによって、その物体の3次元モデルを対話的に生成する3次元モデル生成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、対象物をデジタルカメラなどで撮像した2次元画像を処理することにより非接触で3次元モデルを生成する方法が知られており、コンピュータビジョンの研究で多くなされている。特にステレオ法は、三角測距の原理を応用したもので、対象物体を異なる位置から撮像して得られた複数の視差原画から対象物体を測定する方法である。この方法はある原画中から対象物体の輪郭などの特徴点を抽出して他の原画のどこに対応しているのかを見つける処理（マッチング）が必要である。

【0003】また、特徴点の抽出処理を行なうことなく複数の視差原画の対応点を一度に決定できる3次元画像測定装置が特開平5-272943号公報に開示されている。この3次元画像測定装置は、対象物を異なる位置から撮像して得られた複数の視差原画から対象物の連続ステレオ画像を作成して、フーリエ変換と、周波数空間で傾きの成分だけをフィルタリングする処理と、一定の奥行きの部分のみの画像を抽出する逆フーリエ変換とを行なうことで、3次元ボクセルデータを構成するようにしている。

【0004】また、CCDカメラで対象物を撮像する一方で、レーザビームを対象物に照射してその反射光をCCDカメラで受光することにより三角測距の原理で対象物の奥行き情報を得る3次元測定器が市販されている。この3次元測定器によると、CCDカメラの画素ごとに奥行き情報を得ることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のステレオ法における特徴点の抽出は、他の視差原画中の対応点の決定を簡単にするために行なう処理であるが、原画の明るさや複雑さなどによって適当な特徴点を抽出するのが困難な場合がある。

【0006】また、マッチングにおいては、コントラストの変化が少ない場合や対象物が曲面をもつ場合などの撮像した画像によっては、視差原画間で適切な対応を見つけることが困難であった。このような場合、間違った対応点で対象物を測定して3次元モデルを生成することがあったため、確実に3次元モデルを生成することができなかった。また、特徴点の抽出とマッチングができたとしても3次元空間上の点データの集合として得られるので、線で3次元モデルを生成する場合に線分の3次元のトポロジー（どの点とどの点が結ばれているかの関係）を決定することが困難であり、計算負荷が大きくな

るといった欠点があった。

【0007】また、特開平5-272943に開示されている3次元画像測定装置においては、複数の視差原画が必要で、必要となる視差原画の数と同じ台数のカメラを準備する必要があった。これは、コストアップになる。また、1台のカメラを移動させることで複数の視差原画を撮像できるが、この場合にはカメラの光軸が移動方向に対して常に直角の状態では直線上を移動させる必要があったため、制御が困難であるといった欠点があった。

【0008】また、市販されている3次元測定器においては、CCDカメラで撮像した2次元画像から得られる対象物の大きさと、CCDカメラの画素ごとに得られる対象物の奥行き情報との測定方法が異なるため、尺度を整合させた3次元モデルを生成することが困難であった。この3次元測定器を図7、図8を用いて説明する。

【0009】図7は、対象物をデジタルカメラで撮像した画像を液晶ディスプレイに表示した状態を示す図である。図8は、レーザビームの反射光を用いて測定したCCDカメラの画素ごとの奥行き情報を示す。ここでは、CCDカメラの画素数と液晶ディスプレイの画素数は同じにしている。図7に示される画像と図8とから線分AB(L1)は画素数6個、線分AC(L2)は画素数6個、線分AD(L5)は画素数3個となる。奥行き情報は、0~1の範囲内に正規化された値として図8に示すごとく画素ごとに得られ、点Aは0.5、点Bは0.5、点Cは0.5、点Dは0.8として得られる。このことから点A、点B、点Cは、CCDカメラから同一距離にあり、同一平面内に存在することがわかる。また、線分AB、線分AC上のすべての点の奥行き情報は0.5で同一なので、視線に対して垂直な同一平面上に存在する。このことは線分ABと線分ACとは、視線に対して垂直な同一平面上に存在して、かつ同じ画素数であるので、同一の長さであると判断できる。

【0010】しかし、点Dの奥行き情報は0.8であることから線分ADがどの程度の大きさなのか、線分ABより長いのか、または短いのか判断できない。これは奥行き情報と図8に示される平面上の長さとのスケールが異なるためである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は上述の問題点を解決するためになされたもので、2次元画像中から抽出された特徴点を用いて3次元モデルを容易に生成することを目的とする。

【0012】また、本発明はさらに、次元ごとの尺度を整合させた正確な3次元モデルを生成することを目的とする。

【0013】また、本発明はさらに、複数のカメラを用いることなく1台のカメラで撮像した2次元画像から特徴点を容易に抽出することを目的とする。

【0014】また、本発明はさらに、3次元点列のトポロジーを正確に求めることを目的とする。

【0015】上述の目的を達成するため、この発明のある局面に従うと、対象物を非接触で測定して3次元モデルを生成する3次元モデル生成装置であって、デバイス座標系に操作者によって描かれた2次元点列と前記2次元点列に対応する奥行き情報とから3次元モデルを生成することを特徴とする。

【0016】この発明に従うと、2次元画像中から抽出された特徴点を用いて3次元モデルを容易に生成することが可能な3次元モデル生成装置を提供することが可能である。

【0017】さらに好ましくは、3次元モデルの生成は、2次元点列と2次元点列に対応する奥行き情報とから点列の正規化座標を算出する第1の算出手段と、算出された正規化座標からモデリング座標を算出する第2の算出手段とによりなされる。

【0018】この発明に従うと、次元ごとの尺度を整合させた正確な3次元モデルを生成することがさらに可能な3次元モデル生成装置を提供することが可能となる。

【0019】さらに好ましくは、3次元モデル生成装置は、3次元モデルの対象物を撮像する撮像部と、撮像部で撮像された画像をデバイス座標系に表示するための表示部と、操作者がデバイス座標系に表示された画像に対して2次元点列を指示するための指示部と、指示された2次元点列に対応する奥行き情報を取得する奥行き情報取得部とをさらに備える。

【0020】この発明に従うと、複数のカメラを用いることなく1台のカメラで撮像した2次元画像から特徴点を容易に抽出することがさらに可能な3次元モデル生成装置を提供することが可能となる。

【0021】さらに好ましくは、3次元モデル生成装置は、2次元点列のトポロジーを抽出する第1の抽出手段と、抽出された2次元点列のトポロジーに基づき3次元点列のトポロジーを抽出する第2の抽出手段とをさらに備える。

【0022】この発明に従うと、3次元点列のトポロジーを正確に求めることがさらに可能な3次元モデル生成装置を提供することが可能となる。

【0023】この発明の他の局面に従うと、デバイス座標系に操作者によって描かれた2次元点列を入力するステップと、2次元点列に対応する奥行き情報を入力するステップと、2次元点列と奥行き情報とから3次元モデルを生成するステップとをコンピュータに実行させる。

【0024】この発明に従うと、2次元画像中から抽出された特徴点を用いて3次元モデルをコンピュータで容易に生成することが可能なプログラムを記録した記録媒体を提供することが可能となる。

【0025】この発明の他の局面に従うと、デバイス座標系に操作者によって描かれた2次元点列を入力するス

テップと、2次元点列に対応する奥行き情報を入力するステップと、2次元点列のトポロジーを抽出するステップと、2次元点列と奥行き情報とからモデリング座標を算出するステップと、抽出された2次元点列のトポロジーに基づき3次元点列のトポロジーを抽出するステップと、算出されたモデリング座標と抽出された3次元点列のトポロジーとから3次元モデルを生成するステップとをコンピュータに実行させる。

【0026】この発明に従うと、2次元画像中から抽出された特徴点を用いて、3次元点列のトポロジーを正確にした3次元モデルをコンピュータで容易に生成することが可能なプログラムを記録した記録媒体を提供することが可能となる。

【0027】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の形態のひとつにおける3次元モデル生成装置の構成を示すブロック図である。図を参照して3次元モデル生成装置は、デジタルカメラなどにより構成される撮像部1と、撮像部1の画素ごとに対象物の奥行き情報を取得する奥行き情報取得部2と、特徴点座標を指示する指示部3と、特徴点座標とそれに対応する奥行き情報とから3次元モデルを生成する生成部4と、撮像部1で撮像された画像を表示する表示部5と、記憶部6とから構成される。

【0028】図2は、図1の3次元モデル生成装置が行なう3次元モデルの生成処理を示すフローチャートである。図を参照して、ステップs0で奥行き情報をもつ画像が入力される。ステップs1で、2次元線分の入力が行なわれる。ステップs2で、撮像部1より出力されるカメラパラメータが生成部4に入力される。ステップs3で、指示部3で入力された2次元線分間のトポロジーの抽出が行なわれる。ステップs4で2次元線分のサンプリングを行なう。ステップs5で2次元座標に対するZsの値を求める。ステップs6で、3次元の線分の生成を行なう。次に図2のそれぞれのステップで行なわれる処理を詳しく説明する。

【0029】[ステップs0] 3次元モデルの生成は、最初奥行き情報をもつ画像入力となされる。奥行き情報をもつ画像とは、3次元モデル生成の対象となる対象物を撮像部1で撮像した2次元画像と、奥行き情報取得部2で撮像部1の画素ごとに取得される奥行き情報とからなる。

【0030】奥行き情報は、レーザビームを対象物に照射して、その反射光を撮像部1で受光し、奥行き情報取得部2で処理することにより、三角測距の原理で取得される。この奥行き情報は、撮像距離や焦点距離などの撮影環境の違いに対応するべく、撮像部1が撮像することができる最も前方(撮像部側)の面(前方面)の位置を0.0、最も後の方面(後方面)の位置を1.0とした、0.0～1.0の範囲に正規化された実数値となる。

【0031】図3に奥行き情報の配列を示す。 $n \times m$ 配列の奥行き情報 Z_{ij} ($0 \leq i \leq n$, $0 \leq j \leq m$)は、撮像部1の画素の配列に対応している。なお、奥行き情報は、撮像部1の画素ごとに取得する必要がなく、近傍の複数の画素を一まとめにして1つの奥行き情報を取得するように粗い処理をしてもよい。

【0032】撮像部1で撮像された2次元画像と奥行き情報取得部2で取得された奥行き情報とが生成部4に送られ、2次元画像が表示部5で表示される。

【0033】[ステップs1] 次に、2次元線分の入力が指示部3で行なわれる。これは操作者が、表示部5に表示されている2次元画像を見て、特徴点を入力する作業にあたる。指示部3は、表示部5上に設けられた透明な部材からなるデジタイザとポインティングデバイスとで構成される。操作者が、ポインティングデバイスでデジタイザ上の所望の位置を指示すると、指示位置に該当する表示部5の画素の位置が、デバイス座標系の指示座標として生成部4に出力される。線を入力する場合は、ポインティングデバイスをデジタイザ上で指示した時点で始点信号が生成部に出力され、ポインティングデバイスをデジタイザ上で移動させている間、指示位置に該当する2次元画像の画素の位置がデバイス座標系の指示座標として出力され、ポインティングデバイスをデジタイザから離れた時点で終点信号が出力される。これにより、生成部4では始点信号の受信から終点信号の受信までの間に受信した指示座標の集合を2次元点列として認識し、受信した指示座標の順番から指示座標間のトポロジー(どの座標とどの座標が結ばれているかの関係)を把握する。したがって、線は指示座標の集合(2次元点列)として認識される。

【0034】図4に、指示部3の出力により認識される線分とその線分を構成する座標との関係を示す。線分の数はsで、L1, L2, L3, Lsは直線(群)の名称を表わす。P1は始点の指示座標を、Prは終点の指示座標を、P2はその間の指示座標を示しており、指示座標の順番から指示座標間のトポロジーがわかるようになっている。デバイス座標系は左下を原点として右にX座標、上にY座標の正の方向がとられる。それぞれのデバイス座標は $n \times m$ の撮像部1の画素に1対1に対応する。したがって、Xは1以上m以下の整数値で、Yは1以上n以下の整数値である。

【0035】なお、指示部3をデジタイザとポインティングデバイスで構成したが、マウスの操作で表示部5にマウスポインタを移動させるようにして、表示部5に表示されている2次元画像上の所望の画素の位置を、マウスでクリックすることによりデバイス座標系の指示座標を生成部4に出力するようにしてもよい。この場合に線分の入力は、ドラッグの開始で始点信号を、ドラッグの終了で終了信号を出力するようにすれば、ポインティングデバイスとデジタイザとで構成した場合と同様にして

生成部4で群を認識することができる。

【0036】[ステップs2]次に、撮像部1より出力されるカメラパラメータが、生成部4に入力される。ここでカメラパラメータについて図5に基づき説明する。

【0037】Xv軸、Yv軸、Zv軸は、モデリング座標系を示す。撮像部1は、その原点にZv軸の正の方向を向いて置かれている。カメラパラメータは、撮像部1で撮像する場合の実測値で、前方面11のZvの値d、後方面12のZvの値f、投像面(前方面と同じ面)11のZv軸からの高さhである。ここで、前方面とは撮像部1で撮像することができる最も前方(撮像部側)の面をいい、後方面とは最も後方の面をいい、投像面とは前方面と後方面の間にある対象物が像として映し出される面をいう。ここでは説明を簡単にするため投像面の位置を前方面と同じにした。

【0038】なお、本実施の形態に示す3次元モデル生成装置では、ステップs0からステップs2までのステップを省略して、別の装置でこれらのステップの処理を行ない、2次元点列とそれに対応する奥行き情報とカメラパラメータを入力するように構成してもよい。この場合図1に示される撮像部1、奥行き情報取得部2、指示部3、表示部5を省いて装置を構成することができる。

【0039】[ステップs3]カメラパラメータが生成部4に入力されると、指示部3で入力された2次元線分間のトポロジーの抽出を行なう。2次元線分間のトポロジーとは、1つの2次元線分が他の2次元線分と結びついている関係をいい、トポロジーの抽出により2次元線分が交差する座標が求められる。

【0040】図4に示すs個の2次元線分が指示部3で入力された場合の2次元線分間のトポロジーの抽出について説明する。図4に表わされている線分(L1~Ls)を構成する座標から同一の座標を抽出し、それを記憶部6に記憶する。この抽出された座標が線分が交差する座標を示す。たとえば、線分L1を構成する座標(X11, Y11)と線分L3を構成する座標(X32, Y32)とが同一の座標(5, 287)であるならば、(5, 287)が記憶部6に記憶される。

【0041】同様に、線分(L1~Ls)を構成するすべての座標について、同一性が調べられ、同一の座標が記憶部6に記憶される。

【0042】2次元線分間のトポロジーの抽出結果は、次に説明する2次元線分のサンプリングに用いられる。

【0043】[ステップs4]2次元線分間のトポロジーの抽出が行なわれると、次に2次元線分のサンプリングを行なう。2次元線分のサンプリングは、指示部3で入力された2次元線分を構成する座標を間引きする処理である。サンプリングにより2次元線分を構成する座標の数を減らすことができ、後の処理の計算負荷を減らすことができる。特に、2次元線分が直線である場合に有効である。もちろんこの処理をしないようにしてもよ

い。

【0044】2次元線分のサンプリングは、指示部3で入力された2次元線分について、2次元線分を構成する座標のうち始点座標と終点座標と記憶部6に記憶されている座標とが優先してサンプリングされる。記憶部6に記憶されている座標は、2次元線分が交差する座標を示す。その他の座標については、サンプリングされた座標からサンプリング幅の範囲外にある座標がサンプリングされる。たとえば、2次元線分L1については、まず始点座標P1(X11, Y11)がサンプリングされ、次の座標P2(X12, Y12)が座標P1(X11, Y11)からどれだけ離れているかが判断される。今、サンプリング幅を縦方向と横方向ともに2とした場合、座標P1(X11, Y11)と座標P2(X12, Y12)が縦方向と横方向ともに2以上離れていれば(|X12-X11|≥2 AND |Y12-Y11|≥2)、座標P2(X12, Y12)がサンプリングされて、次の座標P3(X13, Y13)が座標P2(X12, Y12)とどれだけ離れているかが判断される。

20 【0045】座標P1(X11, Y11)と座標P2(X12, Y12)が縦方向と横方向ともに2以上離れていなければ(|X12-X11|<2 OR |Y12-Y11|<2)、座標P2(X12, Y12)はサンプリングされず、次の座標P3(X13, Y13)が座標P1(X11, Y11)とどれだけ離れているかが判断される。

【0046】この処理が終点座標Pr(X1r, Y1r)まで繰返される。ただし、記憶部6に記憶されている座標と終点座標は、サンプリング幅の範囲外にあるか否かにかかわらず必ずサンプリングされる。以下説明を簡単にするためすべての座標がサンプリングされたものとする。

【0047】[ステップs5]次に、2次元座標に対するZsの値を求める。2次元線分のサンプリング(ステップs4)でサンプリングされた座標に対応する画像の奥行き情報Zsが、奥行き情報の配列(図3)から求められる。たとえばサンプリングされた座標が(i, j)である場合のZsはZijとなる。

40 【0048】[ステップs6]次に3次元の線分の生成を行なう。3次元線分の生成は、2次元線分を構成する座標と画像の奥行き情報とから正規化座標を求める処理と、正規化座標をモデリング座標に変換する処理とからなる。正規化座標を求める処理では、2次元線分を構成する座標(Xd, Yd)のX座標とY座標を-1.0以上1.0以下の範囲に正規化することにより、正規化座標(Xs, Ys, Zs)を求める。座標Xdの正規化座標Xsは次の(1)式で、座標Ydの正規化座標Ysは次の(2)式で求められる。ただし、XdmaxおよびYdmaxは、XdおよびYdがとり得る最大値をいう。本実施の形態の場合n×mの画素の配列であるからXdmax=m, Ydmax=nとなる。Znの範囲は(3)式で示され

る。

*【数1】

【0049】

$$X_s = \frac{2X_d}{X_{dmax}} - 1.0 ; X_d \in [0, X_{dmax}] , X_{dmax} \neq 0 \quad (1)$$

$$Y_s = \frac{2Y_d}{Y_{dmax}} - 1.0 ; Y_d \in [0, Y_{dmax}] , Y_{dmax} \neq 0 \quad (2)$$

$$Z_s \in [0.0, 1.0] \quad (3)$$

【0050】次に、正規化座標をモデリング座標に変換 ※【0051】

する処理を行なう。正規化座標とモデリング座標との関 【数2】

係から次の(4)(5)(6)式が導かれる。 ※

$$X_s = d \frac{X_v}{hZ_v} ; X_s \in [-1.0, 1.0] \quad (4)$$

$$Y_s = d \frac{Y_v}{hZ_v} ; Y_s \in [-1.0, 1.0] \quad (5)$$

$$Z_s = \frac{f(1-d/Z_v)}{f-d} ; Z_s \in [0.0, 1.0] \quad (6)$$

【0052】(4)(5)(6)式を変形して次の式が ★【0053】
求められる。 【数3】

$$X_v = \frac{X_s h Z_v}{d} = \frac{X_s h f}{f - Z_s(f-d)} ; f \neq 0, d \neq 0 \quad (7)$$

$$Y_v = \frac{Y_s h Z_v}{d} = \frac{Y_s h f}{f - Z_s(f-d)} ; f \neq 0, d \neq 0 \quad (8)$$

$$Z_v = \frac{d f}{f - Z_s(f-d)} ; f \neq 0, d \neq 0 \quad (9)$$

【0054】(7)(8)(9)式により、正規化座標 (Xs, Ys, Zs) をモデリング座標 (Xv, Yv, Zv) に変換する。ただし、d, f, hは上述のカメラパラメータである。また、(7)(8)(9)式が成立するためには、前方面11と後方面12とが同一平面上になく (d ≠ f)、かつモデリング座標の原点を含まないこと (d ≠ 0 AND f ≠ 0) が条件となる。

【0055】この正規化座標を求める処理とモデリング座標に変換する処理とを、2次元線分のサンプリング (ステップs4) でサンプリングされた座標すべてについて行なえば、図6に示すごとく3次元線分ごとに各線分50

40点分を構成する3次元座標と3次元座標間のトポロジーが得られる。そして処理の結果を記憶部6に記憶する。

【0056】次に上述の処理の具体例について説明する。図7にデジタルカメラで撮像した対象物が、液晶ディスプレイに表示されている場合を示す。図8は奥行き情報取得部で取得した奥行き情報の配列を示し、各枠が画素に対応している。液晶ディスプレイ上には透明なデジタイザが設けられており、ペンで指示すると液晶ディスプレイのどの画素が指示されたのかがわかるようになっている。図9にディスプレイに表示されている対象物の特徴点を操作者がペンでなぞった場合を示す。L1

～L9は対象物の特徴となる線分を示す。本実施の形態では線分ごとにデジタイザ上をペンでなぞったので、ペンをデジタイザ上に当てた時点で始点信号と指示座標が、移動した時点で指示座標が、離した時点で終点信号と指示座標が線分ごとに出される。これによりデジタイザからペンで指示した画素に対応する座標が指示した順番で指示部3から生成部4に送られる。

【0057】次にカメラパラメータがデジタルカメラから生成部4に送られる。ここではカメラパラメータを $d=10.0$, $f=20.0$, $h=5.0$ とした。

【0058】生成部4では受信した座標をもとに2次元線分のトポロジーの抽出が行なわれ、同じ座標、すなわち線分が交差する座標が記憶部6に記憶された後、サンプリングが行なわれる。ここではサンプリング幅を縦方向、横方向ともに2としてある。サンプリングの結果サンプルされたサンプル座標と線分との関係を図10に示す。

【0059】また、サンプリングされた座標がデバイス座標のどの点に位置するかをサンプリングされた座標に識別番号C1～C16を付して図11に示す。また、サンプリングされた座標に識別番号C1～C16を付してX座標 X_d およびY座標 Y_d を図12に示す。

【0060】次にサンプリング座標に対応する奥行き情報 Z_s を奥行き情報の配列(図8)より求める。そして正規化座標を求める処理が行なわれる。図12に示すサンプリングされた座標のデバイス座標(X_d , Y_d)を(1)(2)式により正規化して、図13に示す正規化座標(X_s , Y_s , Z_s)を求める。ここでは画素配列は 10×10 であるので $X_{dmax}=10$, $Y_{dmax}=10$ である。

【0061】そして、正規化座標を(7)(8)(9)式によりモデリング座標に変換する。その結果を図14に示す。求められたモデリング座標(C1～C16)と線分(L1～L9)との関係は図15に示すごとくである。

【0062】このようにしてカメラで撮像した2次元の画像で、抽出したい3次元物体の輪郭線を描くことで、特徴点の抽出が容易となり、さらに抽出された特徴点と奥行き情報とから3次元のモデルを容易に作成することが可能となる。

【0063】なお、本実施の形態では指示部3で線分が入力される場合について説明したが、点や曲線などの2次元情報として入力される場合であれば同様に適用できることはいうまでもない。

【0064】また、本実施の形態においては、図1の構成を有する3次元モデル生成装置としたが、図2に示される処理をコンピュータに実行させることができるプロ

グラムを記録媒体(CD-ROM、フロッピーディスクなど)に記録させ、コンピュータにより実行させるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態のひとつにおける3次元モデル生成装置の機能構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態のひとつにおける3次元モデル生成の処理の流れを示すフロー図である。

【図3】本発明の実施の形態のひとつにおける奥行き情報の配列を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態のひとつにおける2次元線分と線分を構成する座標との関係を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態のひとつにおけるモデリング座標系とカメラパラメータの関係を説明するための図である。

【図6】本発明の実施の形態のひとつにおける3次元線分と線分を構成する座標との関係を示す図である。

【図7】本発明の実施の形態のひとつにおける撮像した画像を液晶ディスプレイに表示した状態を示す図である。

【図8】本発明の実施の形態のひとつにおける奥行き情報の配列と指示線分との関係を説明するための図である。

【図9】本発明の実施の形態のひとつにおける特徴点をペンで指示した状態を示す図である。

【図10】本発明の実施の形態のひとつにおける線分とサンプリング座標との関係を示す図である。

【図11】本発明の実施の形態のひとつにおけるデバイス座標におけるサンプリング座標の位置を示す図である。

【図12】本発明の実施の形態のひとつにおけるサンプリング座標を示す図である。

【図13】本発明の実施の形態のひとつにおける正規化された座標を示す図である。

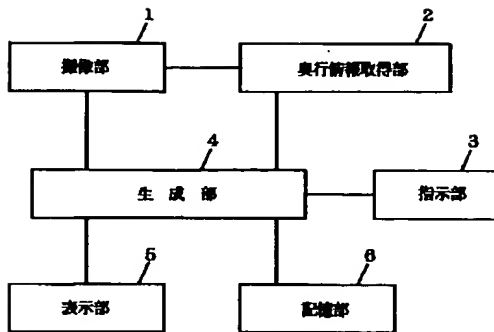
【図14】本発明の実施の形態のひとつにおけるモデリング座標への変換結果を示す図である。

【図15】本発明の実施の形態のひとつにおける線分とモデリング座標との関係を示す図である。

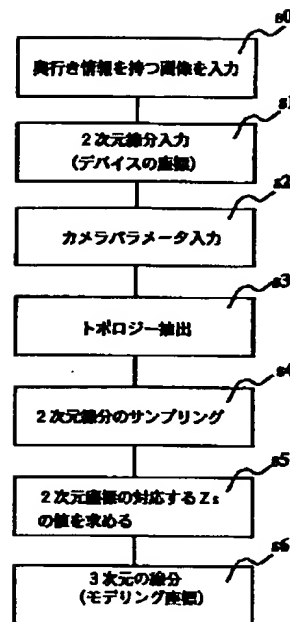
【符号の説明】

- 1 撮像部
- 2 奥行き情報取得部
- 3 指示部
- 4 生成部
- 5 表示部
- 6 記憶部
- 11 前方面、投像面
- 12 後方面

【図1】



【図2】



【図3】

$a \times m$ 配列

Z ₀₀	Z ₀₁	Z ₀₂	Z ₀₃	Z ₀₄	Z _{0m}
Z ₁₀	Z ₁₁	Z ₁₂	Z ₁₃	Z ₁₄	Z _{1m}
Z ₂₀	Z ₂₁	Z ₂₂	Z ₂₃	Z ₂₄	Z _{2m}
Z ₃₀	Z ₃₁	Z ₃₂	Z ₃₃	Z ₃₄	Z _{3m}
Z ₄₀	Z ₄₁	Z ₄₂	Z ₄₃	Z ₄₄	Z _{4m}
Z ₀₀	Z ₀₁	Z ₀₂	Z ₀₃	Z ₀₄	Z _{0m}

【図4】

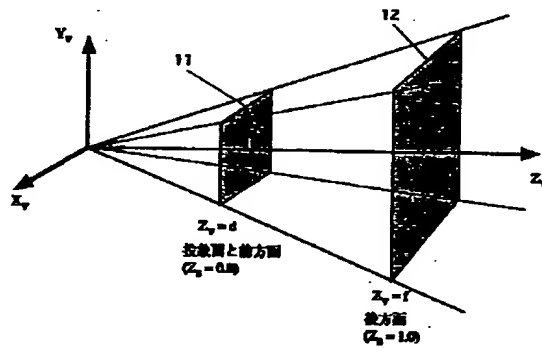
S側の線分

Line No.	P1	P2	Pr
L1	(X ₁₁ , Y ₁₁)	(X ₁₂ , Y ₁₂)	(X _{1r} , Y _{1r})
L2	(X ₂₁ , Y ₂₁)	(X ₂₂ , Y ₂₂)	(X _{2r} , Y _{2r})
L3	(X ₃₁ , Y ₃₁)	(X ₃₂ , Y ₃₂)	(X _{3r} , Y _{3r})
L4	(X ₄₁ , Y ₄₁)	(X ₄₂ , Y ₄₂)	(X _{4r} , Y _{4r})
Ls	(X _{s1} , Y _{s1})	(X _{s2} , Y _{s2})	(X _{sr} , Y _{sr})

【図12】

Coordinate No	Xd	Yd
C1	3	7
C2	3	5
C3	3	3
C4	3	2
C5	5	7
C6	7	7
C7	7	5
C8	7	3
C9	7	2
C10	5	2
C11	4	9
C12	8	9
C13	8	4
C14	6	9
C15	8	7
C16	8	5

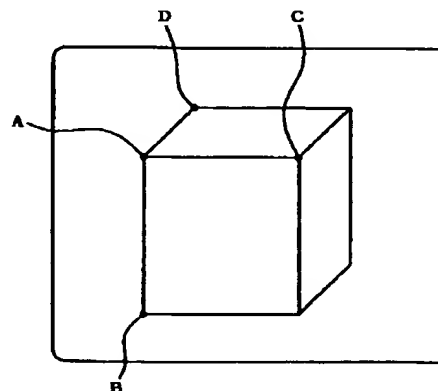
【図5】



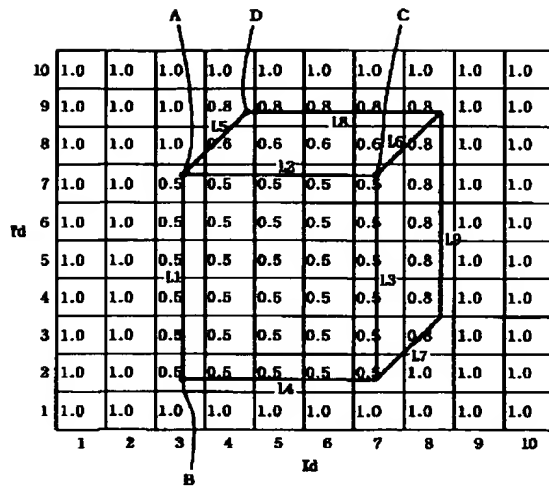
【図6】

Line No.	P1	P2		Pr
L1	(Xv11, Yv11, Zv11)	(Xv12, Yv12, Zv12)		(Xvr, Yvr, Zvr)
L2	(Xv21, Yv21, Zv21)	(Xv22, Yv22, Zv22)		(Xvr, Yvr, Zvr)
L3	(Xv31, Yv31, Zv31)	(Xv32, Yv32, Zv32)		(Xvr, Yvr, Zvr)
Ls	(Xvs1, Yvs1, Zvs1)	(Xvs2, Yvs2, Zvs2)		(Xvr, Yvr, Zvr)

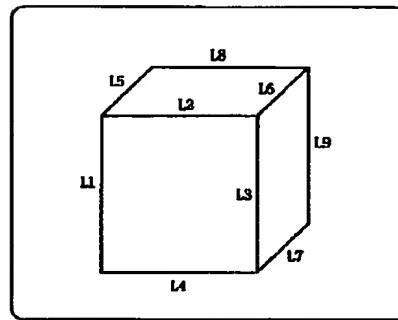
【図7】



【図8】



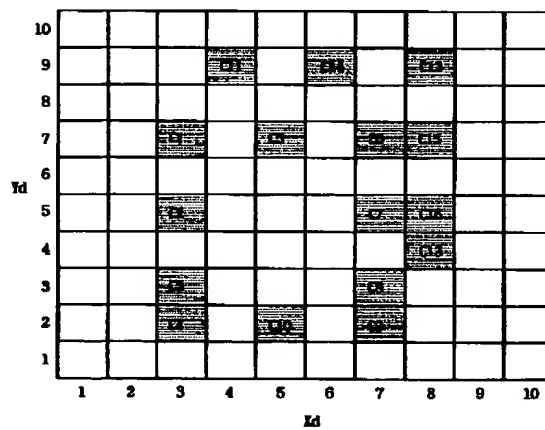
【図9】



【図10】

Line No	P1	P2	P3	P4
L1	(3,7)	(3,5)	(3,3)	(3,2)
L2	(3,7)	(5,7)	(7,7)	
L3	(7,7)	(7,5)	(7,3)	(7,2)
L4	(3,2)	(5,2)	(7,2)	
L5	(3,7)	(4,9)		
L6	(7,7)	(8,9)		
L7	(7,2)	(8,4)		
L8	(4,9)	(6,9)	(8,9)	
L9	(8,9)	(8,7)	(8,5)	(8,4)

【図11】



【図13】

Coordinate No	Xa	Ya	Za
C1	-0.4	0.4	0.5
C2	-0.4	0.0	0.5
C3	-0.4	-0.4	0.5
C4	-0.4	-0.6	0.5
C5	0.0	0.4	0.5
C6	0.4	0.4	0.5
C7	0.4	0.0	0.5
C8	0.4	-0.4	0.5
C9	0.4	-0.6	0.5
C10	0.0	-0.6	0.5
C11	-0.2	0.8	0.8
C12	0.6	0.8	0.8
C13	0.6	-0.2	0.8
C14	0.2	0.8	0.8
C15	0.6	0.4	0.8
C16	0.6	0.0	0.8

【図15】

LineNo	P1	P2	P3	P4
L1	C1	C2	C3	C4
L2	C1	C5	C6	
L3	C6	C7	C8	C9
L4	C4	C10	C8	
L5	C1	C11		
L6	C6	C12		
L7	C8	C13		
L8	C11	C14	C12	
L9	C12	C15	C16	C13

【図14】

Coordinate No	X _v	Y _v	Z _v
C1	-2.67	2.67	13.33
C2	-2.67	0.0	13.33
C3	-2.67	-2.67	13.33
C4	-2.67	-4.0	13.33
C5	0.0	2.67	13.33
C6	2.67	2.67	13.33
C7	2.67	0.0	13.33
C8	2.67	-2.67	13.33
C9	2.67	-4.0	13.33
C10	0.0	-4.0	13.33
C11	-1.67	6.67	16.67
C12	0.5	6.67	16.67
C13	0.5	-1.67	16.67
C14	1.67	6.67	16.67
C15	0.5	2.67	16.67
C16	0.5	0.0	16.67

d=10.0, f=20.0, h=5.0